

特開平4-348485

(43)公開日 平成4年(1992)12月3日

(51)Int.Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/72	3 5 0	9192-5L		
3/153	3 2 0 B	9188-5B		

審査請求 未請求 請求項の数22(全 21 頁)

(21)出願番号	特願平3-110122	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成3年(1991)5月15日	(72)発明者	酒井原 徹 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式会社日立製作所マイクロエレクトロニクス機器開発研究所内
(31)優先権主張番号	特願平2-152816	(72)発明者	原 秀幸 茨城県日立市大みか町五丁目2番1号株式会社日立製作所大みか工場内
(32)優先日	平2(1990)6月13日	(72)発明者	高松 良一 茨城県日立市大みか町五丁目2番1号株式会社日立製作所大みか工場内
(33)優先権主張国	日本 (J P)	(74)代理人	弁理士 小川 勝男

(54)【発明の名称】 図形表示方法およびその装置

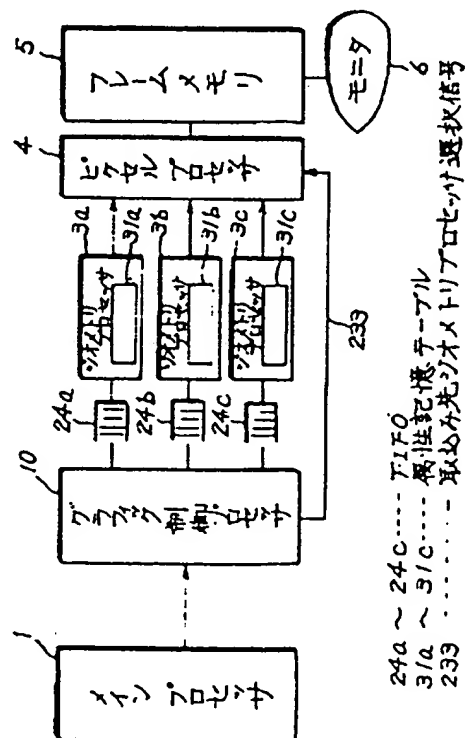
(57)【要約】

【目的】高速な図形表示のため、単位図形毎に複数のプロセッサに分担させて、並列に表示処理を行い、その結果を単一の画像生成部にて表示する場合に、簡単なハードウェアにより、並列処理による表示属性や表示順の乱れを防止する。

【構成】図形定義コマンドは一つの、表示属性コマンドは原則全部のプロセッサ3a、3b、3cに送る。この割当て方をピクセルプロセッサ4の画像生成部43に送るコマンド分配器2を設ける。コマンドはプロセッサ3a、3b、3cで処理され、各プロセッサ3a、3b、3cの処理結果を、画像生成部43が割当て方によって取り込み、表示する。コマンド分配手段2にコマンド種別毎に入力ポートを設け、入力先によりコマンド種別を判定し、プロセッサ3a、3b、3cに割り当てる。

【効果】これにより、簡単なハードウェアで表示属性の整合がとれ、本来の表示順での表示が可能となる。

基本構成を示すブロック図 (図1)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】表示の属性状態を指定する表示属性コマンドと表示図形を定義する図形定義コマンドとを含む表示コマンド列に基づき図形表示を行う図形表示装置において、前記表示コマンド列を生成するコマンド生成手段と、前記表示コマンド列に基づき並列に図形処理を行い、幾何情報を出力する複数の処理手段を有し、各々の該処理手段は前記表示コマンド列中の前記図形定義コマンドをコマンド単位で分担処理して該幾何情報を出力する図形処理手段と、前記コマンド生成手段から前記コマンド列を受け取り、前記図形定義コマンドを前記処理手段の何れか一つに分配し、前記表示属性コマンドのうち、少なくとも前記処理手段で用いるものは全部の前記処理手段に出力するコマンド分配手段と、該図形処理手段の出力である該幾何情報に基づく画像情報を生成する画像生成手段とからなることを特徴とする図形表示装置。

【請求項2】該画像生成手段は前記幾何情報を対応する前記表示コマンド列の順序にそって整列化してから、該画像情報を生成することを特徴とする請求項1記載の図形表示装置。

【請求項3】前記コマンド分配手段は前記図形定義コマンドを前記処理手段の何れか一つに分配する際し、処理の負荷が最も軽い前記処理手段に割り当てることを特徴とする請求項1記載の図形表示装置。

【請求項4】前記コマンド分配手段は前記コマンド列の分配の際、前記処理手段への割り当てに関する情報を前記画像生成手段に送り、前記画像生成手段は該割り当てに関する情報に基づき、前記図形処理手段の出力である前記幾何情報の処理順序を定めることを特徴とする請求項2記載の図形表示装置。

【請求項5】前記コマンド分配手段は前記コマンド生成手段から前記コマンド列を受け取り、前記図形定義コマンドを前記処理手段の一つに分配し、前記表示属性コマンドのうち、少なくとも前記処理手段で用いるものは全部の前記処理手段に出力するための分配処理を行うプロセッサと、該プロセッサに接続され、複数の前記処理手段の各々に対応して設けられ、当該コマンドを一時記憶する複数のFIFO(ファースト イン ファースト アウト)からなることを特徴とする請求項1記載の図形表示装置。

【請求項6】前記コマンド分配手段は、前記図形定義コマンドの分配の際、複数の前記FIFO内の各々のデータ量に基づき図形処理の負荷が最も軽い前記処理手段を選択することを特徴とする請求項5記載の図形表示装置。

【請求項7】複数の前記処理手段はそれぞれ図形処理を行うジオメトリプロセッサからなり、該ジオメトリプロセッサは送られてきた前記表示属性コマンドを一時記憶する属性記憶手段を有することを特徴とする請求項1記

載の図形表示装置。

【請求項8】前記コマンド分配手段は、前記コマンド生成手段から前記コマンド列を受け取り分配する際に、前記コマンド列を構成するコマンドに対し、受け取り順序に対応するマークを各コマンドに負荷する手段を有し、前記画像生成手段は該マークに基づき、前記図形処理手段の出力である前記幾何情報の処理順序を定めることを特徴とする請求項2記載の図形表示装置。

【請求項9】表示図形を定義する図形定義コマンドと該表示図形の表示の属性状態を指定する表示属性コマンドとを含む表示コマンドの列に基づき図形表示を行う図形表示装置において、前記表示コマンドの列を生成するコマンド生成手段と、前記表示コマンドの列に基づき並列に図形処理を行う複数の処理手段を有し、各々の該処理手段は前記表示コマンド中の前記図形定義コマンドを、前記図形定義コマンドが発行された時の前記属性状態に基づきコマンド単位で分担処理し、該幾何情報を出力することにより前記図形定義コマンドに対応した幾何情報を発生する図形処理手段と、前記コマンド生成手段から前記表示コマンドを受け取り、少なくとも前記図形定義コマンドを、複数の前記処理手段の内負荷が最も軽い一つに分配し、前記表示属性コマンドの内、少なくとも前記処理手段で処理するものは全部の前記処理手段に送るコマンド分配手段と、前記図形処理手段の出力である前記幾何情報から画像情報を生成する画像生成手段とからなることを特徴とする図形表示装置。

【請求項10】該画像生成手段は前記表示コマンドの列の順序に基づき、前記幾何情報から該画像情報を生成することを特徴とする請求項9記載の図形表示装置。

【請求項11】前記コマンド分配手段は前記コマンドの列の分配の際、複数の前記処理手段への割り当てに関する情報を前記画像生成手段に送り、前記画像生成手段は該割り当てに関する情報に基づき、前記図形処理手段の出力である前記幾何情報の処理順序を定めることを特徴とする請求項10記載の図形表示装置。

【請求項12】前記画像生成手段は複数の前記処理手段の各々に対応したFIFOと、前記割り当てに関する情報に基づき、該FIFO内の前記幾何情報から順次前記画像情報を発生するピクセル発生手段からなることを特徴とする請求項11記載の図形表示装置。

【請求項13】前記コマンド分配手段は、前記コマンド生成手段から前記コマンドの列を受け取り、前記図形定義コマンドに加え、前記表示属性コマンドの内、前記処理手段で処理する必要のないものを、前記処理手段の内、図形処理の負荷が最も軽い一つに分配し、前記表示属性コマンドのうち、少なくとも前記処理手段で用いるものは全部の前記処理手段に送るための分配処理を行う手段と、該分配処理手段に接続され、複数の前記処理手段の各々に対応して設けられ、当該コマンドを一時記憶する複数のFIFO記憶手段からなることを特徴とする

請求項9記載の図形表示装置。

【請求項14】前記コマンド分配手段は、複数の前記FIFO記憶手段内の各々のデータ量に基づき図形処理の負荷が最も軽い前記処理手段を選択することを特徴とする請求項13記載の図形表示装置。

【請求項15】複数の前記処理手段はそれぞれ図形処理を行うジオメトリプロセッサからなり、該ジオメトリプロセッサは送られてきた前記表示属性コマンドを一時記憶する属性記憶手段を有することを特徴とする請求項9記載の図形表示装置。

【請求項16】前記コマンド分配手段は前記コマンド生成手段からの前記表示コマンドの列の分配処理に際し、各々の該コマンドに対し、受け取った順にマークを付与する手段を有し、該マークは対応する前記幾何情報に引き継がれ、前記画像生成手段は前記マークに基づき、前記画像情報を生成することを特徴とする請求項10記載の図形表示装置。

【請求項17】表示図形を定義する図形定義コマンドと該表示図形の表示の属性状態を指定する表示属性コマンドとを含む表示コマンドの列に基づき、並列に図形処理を行う複数の処理手段を用いて幾何情報を得て、該表示コマンドに対応した図形表示を行う図形表示方法において、前記表示コマンドの列を受け取り、前記表示属性コマンドのうち、少なくとも前記処理手段で用いるものは全部の前記処理手段に入力し、各々の前記処理手段は入力された前記表示属性コマンドに基づき、当該前記処理手段における前記表示の属性状態を更新し、前記図形定義コマンドを複数の前記処理手段の何れか一つに分配し、前記図形定義コマンドが分配された前記処理手段は前記表示属性コマンドによって更新された前記表示の属性状態に基づき、前記図形定義コマンドから前記幾何情報を得、得られた前記幾何情報から、前記表示コマンドの列の順序を保ちながら画像情報を生成することつを特徴とする図形表示方法。

【請求項18】前記図形定義コマンドを複数の前記処理手段へ分配する際、処理の負荷が最も軽い前記処理手段に割り当てることを特徴とする請求項17記載の図形表示方法。

【請求項19】前記表示属性コマンドのうち、少なくとも前記処理手段で用いないものは、複数の前記処理手段の何れか一つに分配することを特徴とする請求項17記載の図形表示方法。

【請求項20】前記図形定義コマンドを複数の前記処理手段の何れか一つに分配する際、前記図形定義コマンドを分配した前記処理手段に関する割り当て情報を発生することを特徴とする請求項17記載の図形表示方法。

【請求項21】前記幾何情報から画像情報を生成する際、該割り当て情報を用いて前記表示コマンドの列の順序を保つことを特徴とする請求項20記載の図形表示方法。

【請求項22】前記表示コマンドの列を構成するコマンドに受け取り順を示すマークを付け、前記幾何情報から前記画像情報を生成する際、前記幾何情報に引き継がれた該マークを用いて、前記表示コマンドの列の順序を保つことを特徴とする請求項20記載の図形表示方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、図形表示処理に係り、特に並列処理により高速な表示を行う図形表示方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図形表示処理は、一般に、構造化された図形データを辿り、表示を指定する表示コマンドを得るディスプレイトラバーサル (Display Traversal)、図形の座標変換やクリッピング処理などの幾何処理と光の反射式を用いた輝度計算処理などの数値処理、および幾何情報から画像を生成するレンダリング処理 (Rendering) からなっている。本明細書では、これら図形の座標変換やクリッピング処理などの幾何処理および光の反射式を用いた輝度計算処理などの数値処理を図形処理と呼ぶこととする。この図形処理は表示性能を決定する重要な要因の一つである。第一の従来例として、特開昭64-992号公報に記載のように、高速な表示を実現するため、前記図形処理をパイプラインで処理する図形表示装置が知られている。

【0003】このパイプライン方式の場合、パイプの各段に均等に負荷を割り当てることが難しく、特に負荷の重い処理があると、この段により表示性能が制限されてしまい、これ以外の段は遊んでしまう。また、パイプの各段間の情報の転送に時間がかかる問題がある。さらに、図形表示装置は通常、線分や面など、種々の図形を処理するために、パイプの各段で図形の種別を判定する必要があり、この判定処理に要する時間が無視できない。

【0004】このため、第二の従来例としては、コンピュータグラフィックス、第24巻、ナンバー4、(1990年8月刊)第299頁から第307頁 (コンピュータグラフィックス、Vol.24, No.4 (Aug., 1990) pp299-307)に論じられているように、上記図形処理を複数のプロセッサで並列に処理する方法が考案されている。

【0005】すなわち、上記システムは複数のプロセッサ (CPU)、主メモリ、幾何情報から画像を生成するラスターライジングエンジン (Rasterizing Engine)、汎用I/Oバスアダプタ、これらを結合するメインシステムバス、I/O機器から構成されている。複数個あるプロセッサのうちのあるもので生成された表示コマンドが他の複数のプロセッサに順次割り当てられて前記図形処理がなされる。この処理結果がラスターライジングエンジン (Rasterizing Engine) に送られ、ここで画像が生成されて、表示されることになる。

【0006】この場合、一連の前記図形処理の全階段をすべて、1つのプロセッサで行うので、パイプライン方式の場合のように、とくに負荷の重い処理段階の為に、他のプロセッサが遊んでしまうことはない。また、各処理毎に、プロセッサ間でデータを受渡したり、図形の種類を判定する必要がなく、高速な表示を実現している。

【0007】また、表示コマンドを順番にプロセッサに割り当てているため、表示コマンドの処理時間に大きなバラツキがあると、一部のプロセッサの負荷が重くなり、全体の性能が低下してしまうおそれがある。

【0008】また、第三の従来例として、コンピュータグラフィックス、第21巻、ナンバ4（1987年7月刊）第197頁から第204頁（コンピュータグラフィックス、Vol.21, No.4, (July 1987) pp197-204）に論じられているように、上記図形処理を複数のプロセッサで処理する方法が示されている。すなわち、表示コマンドを前記図形処理を実行するプロセッサ群に送るディスプレイリストマネージャ（Display List Manager）が、表示コマンドの先頭にコマンドの種類や制御方法を示す制御ビットを付加し、前記プロセッサ群の入力用のバス上に送る。前記プロセッサ処理負荷に応じた優先度でバス上のコマンドを取り込み、取り込んだコマンドの前記制御ビットを参照して、処理するべきか判定し、必要なコマンドは処理するものである。前記プロセッサが出力する場合も、出力して良いタイミングかを判定し、タイミングが早い場合は、画素生成を行うプロセッサに送るのを待っている。

【0009】しかし、表示の仕方を指定する表示属性コマンドの場合、これを処理したプロセッサが結果を他の全該プロセッサに送っている。これは、表示属性に乱れを生ぜぬように、処理結果を他のプロセッサにも反映させる必要があるためである。この処理のためには、他のプロセッサと同期をとる必要があり、処理が複雑になってしまい、処理に時間がかかる。

【0010】又、第3の従来例では、ディスプレイリストマネージャが制御ビットを作り、表示コマンドに付加し、一方、前記プロセッサはこの制御ビットを参照して、処理を判定しなければならない。また、出力のタイミングも管理しなければならない。このように前記プロセッサ群が分散して、全体の動作の制御を行っているため、処理が複雑になり、ハードウェアが複雑になる傾向があった。

【0011】本発明の目的は、簡単なハードウェアで並列処理が可能な図形表示方法、及びその装置を提供することにある。

【0012】本発明の他の目的は、高速な図形表示のため、単位図形毎に複数のプロセッサに分担させて、並列に表示処理を行い、その結果を単一の画像生成部にて表示する場合に、簡単なハードウェアにより、並列処理による表示属性や表示順の乱れを防止することが可能な図

形表示方法、及びその装置を提供することにある。

【0013】本発明の更なる目的は、複数のプロセッサで構成された図形表示処理部で、表示属性のみだれや表示順序の乱れを生じず、並列処理にて高速な表示が可能な図形表示方法、及びその装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明においては、図形処理を実行する複数のプロセッサ（以下、ジオメトリプロセッサと呼ぶ。）が表示属性コマンドの処理結果を他のジオメトリプロセッサにブロードキャストする必要のないように、ジオメトリプロセッサで必要な表示属性コマンドは全部のジオメトリプロセッサで処理して、最新の表示属性情報を各々の属性記憶エリアに保持し、この情報をもとに処理を行う。

【0015】また、他の表示コマンドは負荷の軽いジオメトリプロセッサに割り当て、図形定義コマンドの処理順が守られる必要があるならば、ジオメトリプロセッサからの出力である幾何情報から画像の生成を行うピクセルプロセッサにて、処理する順序を整列化する。これらの動作の制御は、複数のジオメトリプロセッサで分散して行うのではなく、コマンド分配手段及びピクセルプロセッサにて、コマンドの割り当て及び処理の整列化をまとめて行い、処理の簡略化を図る。

【0016】すなわち、この本発明による図形表示装置は、表示すべき図形情報、すなわち、表示コマンドを生成するメインプロセッサと、このコマンドを受け、複数のジオメトリプロセッサに割り当てるグラフィック制御プロセッサなどで構成されるコマンド分配手段と、割り当てられた表示コマンドを並列処理する複数のジオメトリプロセッサと、これらのジオメトリプロセッサの図形処理によって得られたピクセルコマンドを、もとの表示コマンド列の順序に対応する一連のピクセルコマンド列に整列化し、フレームメモリに画像として描画するピクセルプロセッサとから構成される。

【0017】この構成において、コマンド分配手段は、図形定義コマンドは複数のジオメトリプロセッサの何れかに送り、ジオメトリプロセッサで必要な表示属性コマンドは全部のジオメトリプロセッサに送り、それぞれジオメトリプロセッサに処理を実行させる。さらに、コマンド分配手段は各ジオメトリプロセッサの負荷の状況を、未処理の表示コマンドのデータ量等から把握し、負荷の軽いジオメトリプロセッサに処理を実行させることを基本とする。

【0018】一方、ピクセルコマンド列の整列化に関しては、ある表示コマンド列がジオメトリプロセッサに入力されるとすると、このジオメトリプロセッサからの出力であるピクセルコマンド列は予測できる。従って、表示コマンド列がジオメトリプロセッサへ割り当てられ処理された場合、ピクセルプロセッサがピクセルプロセッサコマンドを取り込む先のジオメトリプロセッサをこの割

当てに関する情報を用いて選択すれば、正しい順序でピクセルプロセッサコマンドを取り込んで行くことができる。すなわち、上記構成において、コマンド分配手段は表示コマンドをジオメトリプロセッサへ割当ての際に、この割当てに関する情報、すなわち割当てたジオメトリプロセッサの識別情報をピクセルプロセッサに送る。ピクセルプロセッサはこの情報により、ピクセルコマンドの処理順を整列化することができる。

【0019】また、この整列化の別の方法として、コマンド分配手段はジオメトリプロセッサに表示コマンドを送出する時に、表示コマンドの生成順を示す時刻マークを付加し、ジオメトリプロセッサはピクセルプロセッサにピクセルプロセッサコマンドを出力する時に、この時刻マークもピクセルプロセッサにわたし、ピクセルプロセッサはこの時刻マークをみて、最も前の時刻マークのピクセルプロセッサコマンドを処理するようにしても良い。

【0020】以上の本発明の概要において、表示属性コマンドを一律に取り扱っているように述べたが、ジオメトリプロセッサとピクセルプロセッサでの機能分担、あるいはピクセルプロセッサコマンドのコマンド体系により、表示属性コマンドの取り扱いを変える必要がある。以下、本発明における表示属性コマンドの処理について述べる。

【0021】まず、表示属性コマンドが指定する属性情報をどこで用いるかにより、表示属性コマンドを分類する。

【0022】(1) ジオメトリプロセッサでのみ必要で、ピクセルプロセッサでは不要なものこでの実現法では例えば、座標変換マトリクス指定など。

【0023】(2) ジオメトリプロセッサ内でも必要で、かつピクセルプロセッサでも必要なもの。なお、ジオメトリプロセッサとピクセルプロセッサの処理分担や、表示コマンドやピクセルプロセッサコマンド体系など、実現方法により、分類が変わるが、さらに、次のように分類することができる。

【0024】(2)\_1 ピクセルプロセッサに直接ピクセルプロセッサコマンドとして出力されず、他のピクセルプロセッサコマンドに含まれて出力されるもの。

【0025】こでの実現法では例えば、線分の色を指定するコマンド。

【0026】(2)\_2 ピクセルプロセッサに直接ピクセルプロセッサコマンドとして出力されるもの。

【0027】こでの実現法では例えば、多角形の塗りつぶし方を指定するコマンド。

【0028】(3) ジオメトリプロセッサにて処理する必要がなく、ピクセルプロセッサでのみ使用するもの。

【0029】こでの実現法では例えば、カラーテーブル指定など。

【0030】以降、本明細書においては、これらの表示

属性コマンドをタイプ(1)の表示コマンド、タイプ(2)\_1の表示属性コマンド、タイプ(2)\_2の表示コマンド、タイプ(3)の表示属性コマンドと呼ぶこととする。

【0031】本発明において、コマンド分配手段はタイプ(1)、タイプ(2)\_1およびタイプ(2)\_2の表示属性コマンドについては、全部のジオメトリプロセッサに送り、処理させる。タイプ(3)の表示属性コマンドについては、ピクセルプロセッサに直接送るあるいは、図形定義コマンドと同様に少なくとも一つのジオメトリプロセッサに送れば良い。勿論、全部のジオメトリプロセッサに送っても、同一ピクセルプロセッサコマンドが繰返しピクセルプロセッサに送られ、処理されるという無駄が発生するが、正常に処理される。

【0032】また、割当てたジオメトリプロセッサの情報を基に処理順の整列化を行う場合、コマンド分配手段は、図形定義コマンドと表示属性コマンドでピクセルプロセッサコマンドとして出力されるもの(タイプ(2)\_2とタイプ(3)の場合と、タイプ(2)\_2だけの場合がある。)について、上述した割当て情報をピクセルプロセッサに送り、ピクセルプロセッサはこの情報を基に、ピクセルプロセッサコマンドをジオメトリプロセッサから取り込めば良い。

【0033】

【作用】以上により、本発明の複数のジオメトリプロセッサにおいては、すくなくとも、ジオメトリプロセッサが必要とする表示属性に関しては、該当する全ての表示属性コマンドが処理され、常に最新の属性情報が保持されている。従って、図形定義コマンドを処理する時に正しい属性情報を用いることができる。このため、表示属性に乱れが生じることはない。すなわち、表示コマンド列で、割当てられなかった図形定義コマンドを除いた、一連の表示コマンド列が全て処理されるため、表示属性コマンドと図形定義コマンドの関係、特に順序関係に乱れを生じず、正しい表示属性で表示がなされることになる。

【0034】また、コマンド分配手段が負荷の軽いジオメトリプロセッサに図形定義コマンドを割り当てるので、ジオメトリプロセッサの負荷が均等になり、効率的な並列処理が可能となる。

【0035】また、コマンド分配手段が、ピクセルプロセッサコマンドとして出力される可能性のある表示コマンドをジオメトリプロセッサに割当てた割当て方、すなわち、割り当てたジオメトリプロセッサの識別情報列をピクセルプロセッサに連絡する。ピクセルプロセッサは、この情報をもとに割当てられた順に、ジオメトリプロセッサから処理結果を受け取ることで、正しい順序で画像を生成することができ、図形が定義された順で表示されることになる。

【0036】なお、ジオメトリプロセッサが図形定義コマンドを処理した結果、その図形が表示範囲の外にあ

10

20

30

40

50

り、表示する必要がなくなった場合など、ピクセルプロセッサへの出力が必要なくなった場合でも、その旨を示すピクセルプロセッサコマンドを送出することにより、ピクセルプロセッサが誤って、次のピクセルコマンドを取り込むことはなく、処理順に乱れが生ずることはない。

【0037】このように、コマンド分配手段とピクセルプロセッサが一体となってコマンドの割当て、処理順の制御を行うので、制御が簡単になる。

【0038】

【実施例】以下、本発明を図面を用いて詳述する。

【0039】本発明の並列処理による図形表示装置の原理を図1を用いて説明する。同図において、1はメインプロセッサで、表示すべき図形情報、すなわち表示コマンドを生成して、コマンド分配手段2内のグラフィック制御プロセッサ10に送り、表示を依頼する。グラフィック制御プロセッサ10は、後に述べる方法にて表示コマンドをジオメトリプロセッサに割当て、コマンド分配手段2内のFIFO24aからFIFO24cの全部、あるいはいずれかを經由してジオメトリプロセッサに送る。3aから3cはそのジオメトリプロセッサで、図形処理を実行する複数のプロセッサである。各ジオメトリプロセッサ3aからジオメトリプロセッサ3cは表示すべき図形を分担して並列に処理を実行する。(通常複数の図形が表示される。)また、各ジオメトリプロセッサ3aからジオメトリプロセッサ3cには属性記憶エリア31a~31cが設けられ、各ジオメトリプロセッサで実行中の最新の表示属性情報、すなわち、図形に施す座標変換や表示範囲を示すクリップエリアなどを指定する情報が保持される。これら図形処理を経て得られた出力、すなわち、ピクセルプロセッサコマンドはピクセルプロセッサ4に送られ、もとの表示コマンド列の順序に対応する、一連のピクセルプロセッサコマンド列に順序化される。このコマンド列を構成する一つ一つのピクセルプロセッサコマンドがピクセルプロセッサ4にて処理され、フレームメモリ5上に画像として描画される。フレームメモリ5上の画像はモニタ6に表示される。

【0040】この図形表示装置では、先に述べたとおり図形に施す座標変換マトリクスやクリップエリアなど表示属性が並列処理による処理順序逆転などにより、乱れることがないように、コマンド分配手段2内のグラフィック制御プロセッサ10は、図形定義コマンドはジオメトリプロセッサ3aからジオメトリプロセッサ3cの何れかに送り、表示属性コマンドはあとで説明するように全部、又は一部をジオメトリプロセッサ3a~3cに送り、それぞれジオメトリプロセッサに処理を実行させる。

【0041】さらに、コマンド分配手段2内のグラフィック制御プロセッサ10は各ジオメトリプロセッサ3a~3cの負荷の状況を、未処理の表示コマンドのデータ

量などから把握し、負荷の軽いジオメトリプロセッサ3a~3cの一つに図形定義コマンドを送出する。

【0042】一方、前記整列化に関しては、ある表示コマンド列がジオメトリプロセッサ3a~3cの一つに入力されるとすると、このジオメトリプロセッサからの出力であるピクセルプロセッサコマンドは予測できる。従って、表示コマンド列が上記の要領でジオメトリプロセッサ3a~3cへ割当てられ処理された場合、あとで詳述するようにピクセルプロセッサ4がピクセルプロセッサコマンドを取り込む先のジオメトリプロセッサをこの割当てについての情報を用いて選択すれば、正しい順序でピクセルプロセッサコマンドを取り込んで行くことができる。

【0043】すなわち、コマンド分配手段2内のグラフィック制御プロセッサ10は表示コマンドをジオメトリプロセッサ3a~3cへの割当ての際に、この割当て情報、割り当てたジオメトリプロセッサの識別情報を取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233としてピクセルプロセッサ4に送る。ピクセルプロセッサ4はこの情報により、ピクセルプロセッサコマンドの処理順を整列化することができる。

【0044】また、この整列化の別の方法として、コマンド分配手段2内のグラフィック制御プロセッサ10は、ジオメトリプロセッサ3a~3cに表示コマンドを送出する時に、あとで詳述する表示コマンドの生成順を示す時刻マークを付加し、ジオメトリプロセッサ3a~3cはピクセルプロセッサ4に結果を出力する時に、この時刻マークもピクセルプロセッサ4に渡し、ピクセルプロセッサ4はこの時刻マークをみて、最も前の時刻マークのピクセルプロセッサコマンドを処理するようにする。この方法によっても、処理順を整列化することができる。

【0045】以下、本発明の実施例を図2から図28を用いて説明する。まず、本発明で用いられる表示コマンドについて説明する。

【0046】表示コマンドは、先に述べたように、図形そのものを指定する図形定義コマンドと図形の色など表示の仕方を指定する表示属性コマンドからなる。表示属性コマンドについては上述のようにさらに細かく分類される。

【0047】図5はメインプロセッサ1からの表示コマンド列の一例を示したものである。すなわち、第1番目はカラーテーブルコマンドで、フレームメモリ上に記憶された画像の輝度情報を実際のモニタの輝度のに変換するカラーテーブルの値を設定する。コマンドの形式はコマンドの種別を表すoperation(OP)codeとカラーテーブルの値を指定するカラーテーブルパラメータから成る。これは前記タイプ(3)の表示属性コマンドである。第2番目は視点を指定するビュートランスフォーメーションコマンドで、視野変換マトリクスパラメータが指定

される。これはタイプ(1)のコマンドである。第3番目は表示する範囲を指定するクリップエリアコマンドでクリップエリアが指定されている。これはタイプ(2)<sub>2</sub>である。第4番目はモデリング変換を指定するモデリングトランスフォーメーションコマンドで、モデリング変換のマトリクスパラメータが指定される。これはタイプ(1)である。第5番目は線分の色、線色を指定するラインカラーコマンドで、パラメータとして線色、ここでは“赤”が指定される。これはタイプ(2)<sub>1</sub>である。第6番目は線種を指定するラインタイプコマンドで、ここでは実線が指定されている。これはタイプ(2)<sub>1</sub>である。第7番目は線分の太さ、線幅を指定するラインウィドスコマンドで、線幅が1ドットであることが指定されている。これはタイプ(3)である。第8番目は図形定義コマンドの一種であり、線分列を定義する線分定義コマンド、すなわちポリラインコマンドで、パラメータとして、線分列の頂点座標が指定される。上で述べた表示属性コマンドで指定された表示属性に従って、線分列が表示されることになる。第9番目は線色を指定するラインカラーコマンドであり、線色“青”を指定する。これはタイプ(2)<sub>1</sub>である。第10番目は線分列を指定するポリラインコマンドである。第11番目はラインカラーコマンドで“白”を指定し、第12番目はポリラインコマンドで、線分列を表示する。第13番目は、面の材質、すなわち光の反射係数を指定するサーフェスリフレクションコマンドで、面の色が“白”となる値を指定している。これはタイプ(2)<sub>1</sub>のコマンドである。第14番目は面の塗りつぶし方、内部様式を指定するインテリアスタイルコマンドで、ここでは“ハッチ”が指定されている。これはタイプ(2)<sub>2</sub>のコマンドである。第15番目は多角形、すなわちポリゴン定義する図形定義コマンドの一種である多角形定義コマンド、すなわちポリゴンコマンドで、パラメータ多角形の頂点の座標および法線ベクトルを指定する。第16番目はラインカラーコマンドで線色“青”が指定されている。第17番目はラインタイプコマンドで、ここでは線種“破線”が指定されている。第18番目はラインウィドスコマンドで、線幅“2ドット”が指定されている。第19番目はポリラインコマンドである。

【0048】上記表示コマンドの詳細について図6～8を用いて説明する。図6は図形定義コマンドの一種であるポリラインコマンドを示している。OPコード、線分列の頂点の数、線分列を定義している三次元空間上での各頂点の座標からなる。図7は図形定義コマンドの一種であるポリゴンコマンドで、OPコード、頂点数、この多角形を定義している座標系上での頂点の座標と輝度計算のための法線ベクトルの情報を含んでいる。表示属性コマンドについては、図8に示したとおり、コマンドの種別を指定するOPコードと、該当する属性値からなる。

【0049】次に、ジオメトリプロセッサ3a～3cにおける図形定義コマンドの表示処理手順の一例として、ポリゴンコマンドの処理手順を表すフローチャート93を図9に示す。ステップ93aでは処理対象ポリゴンに対して、個々の図形が定義されるモデリング座標系から、図形全体が定義されるワールド座標系に変換する座標変換を施す。この時モデリングトランスフォーメーションコマンドで指定されたモデリング変換のマトリクスを用いる。ステップ93bでは頂点の座標、頂点の法線ベクトル、面の材質、および光源の位置と強度の情報から輝度を計算する。これらの情報は、直接図形定義コマンドから、あるいは属性記憶エリア31a～31cから与えられる。ステップ93cにて図形を見る位置および方向により定まる視野変換のための座標変換を行う。ビュートランスフォーメーションコマンドで指定された視野変換マトリクスにより変換を行う。ステップ93dは対象の多角形で、クリップエリアコマンドで指定されたクリップエリアからはみ出た部分を切り取る。ステップ93eで前記表示範囲を実際のモニタ6上の画面の表示領域にマッピングするよう表示画面上の座標に座標変換するウィンドウビューポイント(WV)変換をほどこす。ステップ93fは、ピクセルプロセッサ駆動ステップであり以上の処理結果をピクセルプロセッサコマンドの形にまとめ、ピクセルプロセッサ4に送り、画像の生成、表示を依頼する。

【0050】続けて、ピクセルプロセッサ4に送られるピクセルプロセッサコマンドの形式を図11～14を用いて説明する。図11は線分列を表示するピクセルプロセッサコマンド、すなわち、p.ポリラインコマンド(本明細書においてピクセルプロセッサコマンドの名称は該当表示コマンドの名称にの先頭にp.を付けて識別するものとする)で、コマンドの種別を表すOPコード、コマンド長、線分の色である線色、線種、線分数、および各頂点の座標からなる。先に述べたように、線色および線種を指定する表示属性コマンドであるラインカラーコマンド、ラインタイプコマンドは、タイプ(2)<sub>1</sub>の表示属性コマンドであるので、図形を定義するピクセルプロセッサコマンドに含まれて、ピクセルプロセッサ4に送られる。図12は多角形の表示を行うピクセルプロセッサコマンド、すなわちp.ポリゴンコマンドで、OPコード、コマンド長、頂点数、各頂点の座標および各頂点の輝度が指定される。図13は表示属性コマンドの一例として、カラーテーブル設定コマンド、すなわちp.カラーテーブルコマンドの形式を示したもので、OPコード、コマンド長、設定するカラーテーブルのエントリのエントリ番号とその設定値の組が設定しようとするエントリ数だけ続く。このように、表示属性を指定するピクセルプロセッサコマンドは、OPコード、コマンド長、設定値から成る。図14に無効コマンド、すなわちp.ノーオペレーションコマンドのコマンド形式を示す。このコマ



ンドはピクセルプロセッサ4に対して特に処理を指示しない。このコマンドは、図形がクリップエリアの完全以外で、ジオメトリプロセッサ3a~3cから特に出力する必要がない場合、ピクセルプロセッサ4で処理順に乱れを生じないようにするために用いられる。もし、なにも出力されないと、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233は既に送出されているので、不整合が生じる。

【0051】次に表示属性コマンドによる表示属性の制御法を説明するため、図6~8に示した表示コマンド列が本発明の図形表示装置で処理された時の属性情報の遷移状況を図10に示す。表示コマンドが発行された順番を示す表示コマンド番号、発行表示コマンド名、各属性の設定値、コマンドタイプを示す。ここで、コマンドタイプとは、図形定義コマンドか表示属性コマンドか、もし、表示属性コマンドならば、上述したタイプのうちのどのタイプかを示している。

【0052】表示属性コマンドにより属性値が設定され、これを用いて、図形定義コマンドが処理されることがわかる。すなわち、表示コマンド番号が1から4で、カラーテーブル、視野変換マトリクス、クリップエリアおよびモデリング変換マトリクスが指定値が設定される。

【0053】その後、表示コマンド番号8のポリラインコマンドまでに、次のように表示属性情報が設定される。すなわち、線色は“赤”、線種は“実線”、線幅は“1ドット”に設定される。表示コマンド番号8のポリラインコマンドは、ジオメトリプロセッサ3a~3cのいずれかで処理されるが、前記のようにジオメトリプロセッサで3a~3cで必要とされる表示属性は、全てのジオメトリプロセッサ3a~3cに送られて、処理されるため、各々のジオメトリプロセッサの3a~3cの属性記憶エリアには正しい属性情報が設定されており、これを参照して処理を行うことにより、正しい表示属性で表示が行われる。

【0054】表示コマンド番号10のポリラインコマンドでは、線色が“青”変更になるが、本例ではこの表示コマンド番号10これは線分列全体が表示範囲外で表示は行われぬ。表示コマンド番号12のポリラインコマンドでは、線色がさらに“白”に変更になる。表示コマンド番号15のポリゴンでは前記視野変換他、面の材質が指定され、面の色が“赤”と、内部様式が“ハッチ”と指定される。表示コマンド番号19のポリラインコマンドでは、線色が“青”に、線種が“破線”、線幅が“2ドット”線にそれぞれ、変更になる。

【0055】このように、以上の説明から、図形定義コマンドでは、このコマンドより前で、しかも最も後に指定された表示属性にて表示が行われることが分かる。複数のプロセッサが独立して表示処理を行う並列処理の場合においても、この原則は守らなければならない。

【0056】さて、図2に本発明の図形表示装置の第一の実施例のブロック図を示す。本実施例は、図形定義コマンドおよび、ジオメトリプロセッサ3a~3cが処理する必要のない表示属性コマンド、すなわち、タイプ(3)の表示属性コマンドは、負荷の軽いとみなされるジオメトリプロセッサ3a~3cの1つにのみ送り、ジオメトリプロセッサで処理する必要がある表示属性コマンドは、全てのジオメトリプロセッサ3a~3cに送る方式のものである。ジオメトリプロセッサ3a~3cから、ピクセルプロセッサコマンドとして出力されるコマンド、すなわち本実施例では図形定義コマンド、表示属性コマンドのタイプ(2)、タイプ3のものについては、ジオメトリプロセッサ3a~3cへの割当て情報を、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択情報として、ピクセルプロセッサ4に送り、ピクセルプロセッサ4がこの情報に基づいて、ピクセルプロセッサコマンドを取り込むことにより、正しい順序で表示を行おうとするものである。

【0057】まず、この動作の概要を説明する。メインプロセッサ1にて生成された表示コマンドは、図1グラフィック制御プロセッサ10相当部分が表示コマンドの分配を行う専用ハード化されたコマンド分配手段2により、ジオメトリプロセッサ3aからジオメトリプロセッサ3cに送られ、前述した図形処理がなされる。一方、コマンド分配手段2はジオメトリプロセッサ3a~3cへの表示コマンドの割当て情報を、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233として、ピクセルプロセッサ4に送る。ピクセルプロセッサ4では、パラメータ入力制御部42が、ジオメトリプロセッサ3a~3cに対応するFIFO41a~41cのいずれかから、この取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233に基づいて、ピクセルプロセッサコマンドを取り込み、画像発生部43に送る。画像発生部43は幾何情報としてのピクセルプロセッサコマンドを画像情報に変換し、フレームメモリ5上に書き込む。フレームメモリ5に作成された画像情報はカラーテーブル51により実際に表示される色に変換されてモニタ6に表示される。

【0058】図2の構成で本発明の中核をなす部分はコマンド分配手段2およびピクセルプロセッサ4である。まず、コマンド分配手段2の構成および動作について説明する。まず、コマンド分配手段2は、次の部分から構成されている。

【0059】(1) ジオメトリプロセッサ毎に設けられ、表示コマンドをバッファリングするFIFO24a、FIFO24b、FIFO24c。

【0060】(2) タイプ(1)およびタイプ(2)\_1の表示属性コマンドFIFO24a、FIFO24b、FIFO24cの全てに分配する表示属性コマンド分配器20。

【0061】(3) タイプ(2)\_2の表示属性コマンドを



FIFO24a, FIFO24b, FIFO24cの全てに分配するとともに、ジオメトリプロセッサへの割当て方を取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233として送出する表示属性コマンド分配部21。

【0062】(4) 前記各FIFO24a~24cから送出されるの満杯であることを表わす信号である、満杯信号241a, 満杯信号241bおよび満杯信号241cの論理和を求め、何れかのFIFOが満杯であることを表わす、表示属性コマンド用FIFO満杯信号212を送出するORゲート22。

【0063】(5) 図形定義コマンドおよびタイプ(3)の表示コマンドを処理するジオメトリプロセッサ3a~3cを選択し、該当FIFOに、メインプロセッサ1から送られてきたコマンドを送出し、また、該当FIFOが満杯か否かをメインプロセッサ1に返す図形定義コマンド分配制御部23。

【0064】(6) タイプ(1)およびタイプ(2)<sub>1</sub>の表示属性コマンドを入力するための表示属性コマンド用ポート25。

【0065】(7) タイプ(2)<sub>2</sub>の表示属性コマンドを入力するための表示属性コマンド用ポート26。

【0066】(8) 図形定義コマンドおよびタイプ(3)の表示属性コマンドを入力するための図形定義コマンド用ポート27。

【0067】また、コマンド分配手段2は、表示コマンドを入出力する他、次の信号を入出力する。

【0068】(1) メインプロセッサ1からタイプ(2)<sub>2</sub>の表示属性コマンドの送出が開始されることの連絡する表示属性コマンド開始信号211。

【0069】(2) FIFO24aからFIFO24cのいずれかが満杯であることを示す表示属性コマンド用FIFO満杯信号221。

【0070】(3) 図形定義コマンド開始信号231。

【0071】(4) 図形定義コマンド分配制御部23が選択したFIFOが満杯であることを示す図形定義コマンド用FIFO満杯信号232。

【0072】(5) 先に述べた、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233。

【0073】次に、表示コマンドの種類別に、本実施例のメインプロセッサ1の処理およびコマンド分配手段2の動作を説明する。

【0074】(1) タイプ(1)およびタイプ(2)<sub>1</sub>の表示属性コマンドの場合：メインプロセッサ1は図15のフローチャート11に示した処理を行う。すなわち、ステップ11aではこれらの表示属性コマンドが生成される。ステップ11bでは、表示属性コマンド用FIFO満杯信号221を参照して、FIFO24aからFIFO24cのいずれかが満杯でないことを判定する。もし、満杯なら空くまで待つ。ステップ11cでは表示属性コマンド用ポート25に生成したコマンドの一語分を

送出する。ステップ11dにて該コマンドの全てを送出したかを判定し、終了していなければ、ステップ11bの処理に戻り、処理を繰り返す。

【0075】このように処理することにより、タイプ(1)およびタイプ(2)<sub>1</sub>の表示属性コマンドは、表示属性コマンド用ポート25を経由して、表示属性コマンド分配部20により全部のFIFO24aからFIFO24cに設定され、この結果、全ジオメトリプロセッサ3a~3cへ送られ、処理される。また、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233は送出されない。これは、このタイプのコマンドにより、ピクセルプロセッサコマンドが生成されることがないため、この取扱は妥当である。

【0076】(2) タイプ(2)<sub>2</sub>の表示属性コマンドの場合：メインプロセッサ1は図16のフローチャート12に示した処理を行う。すなわち、ステップ12aでこの表示属性コマンドを生成する。ステップ12bでは、表示属性コマンド開始信号211を送出する。これにより、表示属性コマンド分配部21は全部のジオメトリプロセッサに対して処理を割当てたことを取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233として送出する。これは、このタイプの表示属性コマンドでは、この一つのコマンドに対応して、各ジオメトリプロセッサ3a~3cから一つのピクセルプロセッサコマンドが送出されるため、これを取り込む指示をピクセルプロセッサに送らなければならないためである。

【0077】ステップ12cでは、表示属性コマンド用FIFO満杯信号221を参照して、全部のFIFO24a~24cに空きがあるかを判定する。空きがなければ待つ。ステップ12dにて、表示属性コマンド用ポート26へ生成コマンドを一語分送出する。ステップ12eにて、このコマンドを全て送出したかを判定する。もし、終了していない場合は、ステップ12cに戻り、処理を繰り返す。

【0078】これにより、タイプ(2)<sub>2</sub>の表示属性コマンドは、表示属性コマンド用ポート26を経由して、表示属性コマンド分配部21に入り、ここから、すべてのFIFO24aからFIFO24cに送られる。また、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233が送出される。(3) タイプ(3)の表示属性コマンドの場合：メインプロセッサ1は図17のフローチャート13に示した処理を行う。すなわち、ステップ13aにて、この表示属性コマンドを生成する。ステップ13bにて、図形定義コマンド開始信号231を送出する。これにより、詳細は後に説明するが、図形定義コマンド分配制御部23は負荷の軽いとみなされるジオメトリプロセッサ3a~3cの一つを選択し、これに該当するFIFOが満杯であるか否かを示す信号である信号を、図形定義コマンド用FIFO満杯信号232として、送出する。また、選択したジオメトリプロセッサの識別情報を取り込

み先ジオメトリプロセッサ選択信号233として送出する。

【0079】ステップ13cにて、上記、図形定義コマンド用FIFO満杯信号232を参照し、選択されたFIFOに空きがあるか判定する。もし、空きがない場合待つ。空きがある場合、ステップ13dにて、図形定義コマンド用ポート27に、該コマンド一語分送出する。ステップ13eにて、該コマンドを全て送出したかを判定する。もし終了していなかった場合、ステップ13cに戻り処理を繰り返す。

【0080】このように、タイプ(3)の表示属性コマンドは、図形定義コマンド用ポート27を経由して、負荷の軽いとみなされるジオメトリプロセッサ3a~3cの一つに対応するFIFOに送られ、また、このジオメトリプロセッサの識別情報は取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233として送出される。

【0081】(4)図形定義コマンドの場合：図8の図形定義コマンド処理フローチャート15に示した処理を行う。これは、ステップ15aにて、図形定義コマンドを生成する他は、(3)にて説明したタイプ(3)の属性定義コマンドの処理と同一であり、以下のステップの説明を省略する。

【0082】上記説明から、ジオメトリプロセッサ3a~3cで処理する必要のある表示属性コマンド(タイプ(1)および(2))は全てのジオメトリプロセッサ3a~3cに送られて、処理され、図形定義コマンドや、表示属性コマンドで、全ジオメトリプロセッサ3a~3cにて処理が不要なもの(タイプ(3))は、いずれか一つのジオメトリプロセッサにて処理されることがわかる。また、ピクセルプロセッサコマンドとして出力される表示コマンド(図形定義コマンド、タイプ(2)、(3)の表示属性コマンド)については、コマンド分配手段2は、割当てたジオメトリプロセッサの識別情報を取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233としてピクセルプロセッサ4に送出することも分かる。

【0083】つぎに、本実施例における図形定義コマンド分配制御部23での、負荷の軽いとみなされるジオメトリプロセッサの選択処理について説明する。図23にコマンド分配手段2内の図形定義コマンド分配制御部23の詳細ブロック図を示す。図形定義コマンド分配制御部23は、セクタ23a、マルチプレクサ23b、比較器23cから成る。比較器23cは、メインプロセッサ1から図形定義コマンド開始信号231が送出されると、各FIFO24aからFIFO24cから送出されており、これらの空き語数を示す空き語数信号242aから242cを比較し、空き語数が一番多いFIFO24a~24cを選択する。この結果をジオメトリプロセッサ選択信号234として、セクタ23aとマルチプレクサ23bに送る。また、この結果を取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233として、ピクセルプロ

セッサ4に送る。セクタ23aは、満杯信号241aから満杯信号241cから、選択されたジオメトリプロセッサの満杯信号を選択して、図形定義コマンド用FIFO満杯信号232として出力する。マルチプレクサ23bは上記ジオメトリプロセッサ選択信号234により、図形定義コマンド用ポート経由で入力されてきたコマンドが該当するFIFOに設定されるようにする。

【0084】このようにして、FIFO24a~24c上の残留データ量が最も少ないジオメトリプロセッサ3a~3cの一つに表示コマンドが送られ、かつこのジオメトリプロセッサ識別情報としての信号233がピクセルプロセッサ4にも連絡されることが分かる。次に、ピクセルプロセッサ4におけるピクセルプロセッサコマンド処理順序の整列化について説明する。

【0085】ジオメトリプロセッサ3a~3cの処理結果のピクセルプロセッサコマンドはFIFO41aからFIFO41cに出力され、ピクセルプロセッサ4のパラメータ入力制御部42は取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233を参照して、正しい処理順となるようにFIFO41aからFIFO41cの何れかからピクセルプロセッサコマンドを取り込んで、画像発生部43に送り、画像情報として表示する。

【0086】このパラメータ入力制御部42のブロック図を図24に示す。パラメータ入力制御部42はセクタ421、コマンド終了解釈部422、ジオメトリプロセッサ選択情報レジスタ426、FIFO427から成る。FIFO427には、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233が入力されており、この信号が到着順に保持されている。この信号、すなわちピクセルプロセッサコマンドを取り込むべきジオメトリプロセッサ3a~3cの一つの識別情報はジオメトリプロセッサ選択情報レジスタ426に読みだされ、この選択情報がセクタ421に送られる。セクタ421は指定されたジオメトリプロセッサ3a~3cの一つの出力を選択し、コマンド終了解釈部422に送る。コマンド終了解釈部422は、送られたコマンドを画像発生部43に送りながら、ピクセルプロセッサコマンドの長さの情報により、入力コマンドの終了を判定する。もし、終了したら、現在取り込み中のジオメトリプロセッサからの取り込みを停止して、取り込み信号4221をジオメトリプロセッサ選択情報レジスタ426に送出し、次の選択信号233をFIFO427から取り込む。この選択信号により、ピクセルプロセッサコマンドを次に取り込む先のジオメトリプロセッサ3a~3cの一つを選ぶことができる。

【0087】このようにして、本来の正しい順序で、ピクセルプロセッサコマンドを処理することが出来る。

【0088】上記方法による表示処理を図5の表示コマンド列を例にとり説明する。なお、説明は図2のハード構成で示したとおり、3台のジオメトリプロセッサ3a

～3cによる並列処理として説明する。

【0089】まず、コマンド分配手段2の具体的な出力例を示す。すなわち、図5に示した表示コマンド列が処理された時の、コマンド分配手段2の出力を図20に示す。図20では各表示コマンドがどのジオメトリプロセッサに出力されるか、また、各コマンドを処理したときに出力される取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233の値、および後で説明する時刻マークを用いた処理順の整列化における時刻マークの値を示している。

【0090】ここで、一つのジオメトリプロセッサのみに割当てられる表示コマンドのジオメトリプロセッサでの処理時間は簡単のため、全て同一とする。すなわち、一番最後に、同コマンドを割り当てたジオメトリプロセッサの負荷が最も軽く、順繰りに同コマンドが割当てられることになる。また、3つのジオメトリプロセッサ3a～3cをジオメトリプロセッサ1、ジオメトリプロセッサ2、ジオメトリプロセッサ3とし、識別情報をそれぞれ、“1”、“2”、“3”とする。

【0091】第1番目のカラーテーブルコマンドはタイプ(3)の表示属性コマンドであるので、ジオメトリプロセッサ1にのみ送出され、また、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233としては、“1”、すなわち、ジオメトリプロセッサ1であることを示す値が送出される。第2番目のビュートランスフォーメーションコマンドは、タイプ(1)の表示属性コマンドであるので、全部のジオメトリプロセッサに送出されるが、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233は送出されない。第3番目のクリップエリアコマンドは、タイプ(2)の表示属性コマンドであるので、全部のジオメトリプロセッサ3a～3cに送出され、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233としては、“1、2、3”が送出される。第4のモデリングトランスフォーメーションコマンドは、タイプ(1)の表示属性コマンドであり、第2番目のビュートランスフォーメーションコマンドと同様の出力となる。第5番目のラインカラーコマンドはタイプ(2)の表示属性コマンドであるので、全てのジオメトリプロセッサ3a～3cに送出されるが、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択情報は送出されない。第6番目のラインタイプコマンドはタイプ(2)の表示属性コマンドであるので、第5番目のラインカラーコマンドと同様の扱いとなる。第7番目のラインウィドスコマンドはタイプ(3)の表示属性コマンドであるので、ジオメトリプロセッサ2に送出され、また、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233として、“2”が送出される。第8番目のポリラインコマンドは図形定義コマンドであるので、ジオメトリプロセッサ3に送出され、また、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233として“3”が送出される。以下、図20に示したようにコマンド分配手段2から出力される。

【0092】上記表示コマンドの分配および取り込み先

ジオメトリプロセッサ選択信号233の送出がなされた場合における、ピクセルプロセッサコマンドの整列化例を図21、22に示す。この図には、各ジオメトリプロセッサ1～3から出力されるピクセルプロセッサコマンド列、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号、および整列化後のピクセルプロセッサコマンド列を示す。ジオメトリプロセッサ1からは、p. カラーテーブルコマンド、p. クリップエリアコマンド、p. ノーオペレーションコマンド、p. インテリアスタイルコマンド、p. ラインウィドスコマンドが出力される。ジオメトリプロセッサ2からは、p. クリップエリアコマンド、p. ラインウィドスコマンド、p. ポリラインコマンド、p. インテリアスタイルコマンド、p. ポリラインコマンド、が出力される。ジオメトリプロセッサ3からは、p. クリップエリアコマンド、p. ポリラインコマンド、p. インテリアスタイルコマンド、p. ポリゴンコマンドが出力される。

【0093】また、図20に示したとおり、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号の内容は、“1、1、2、3、2、3、1、2、1、2、3、3、1、2”である。これにより上記ジオメトリプロセッサの出力を整列化すると、次のようになる。

【0094】(1)p. カラーテーブルコマンド、(2)p. クリップエリアコマンド、(3)p. クリップエリアコマンド、(4)p. クリップエリアコマンド、(5)p. ラインウィドスコマンド、(6)p. ポリラインコマンド、(8)p. ノーオペレーションコマンド、(9)p. ポリラインコマンド、(10)p. インテリアスタイルコマンド、(11)p. インテリアスタイルコマンド、(12)p. インテリアスタイルコマンド、(13)p. ポリゴンコマンド、(14)p. ポリラインコマンドの順に処理される。これは、図20に示した、表示コマンドのうち、ピクセルプロセッサコマンドとして、出力されるものとの順番と同じである。

【0095】以上のように処理のピクセルプロセッサコマンドの整列化が行われることがわかる。以上で、本発明の図形表示装置の第1番目の実施例の説明を終了する。

【0096】次に、ジオメトリプロセッサ3a～3cで処理する必要のない表示属性コマンド、すなわち、タイプ(3)の表示属性コマンドをピクセルプロセッサ4に直接送ることを考えた本発明の第二の実施例を示す。単にジオメトリプロセッサ3a～3cをバイパスして、直接ピクセルプロセッサに送ったのでは、処理の順序が乱れてしまう。

【0097】これを防止するため、このタイプ(3)の表示属性コマンドを取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233とともにピクセルプロセッサ4に送る。ピクセルプロセッサ4では、本来の取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号と、このタイプ(3)の表示属性コマンドとを判別し、もし、本来の信号ならば、第一の実施例のように、ピクセルプロセッサコマンドを取り込む先のジ

オメトリプロセッサ3a~3cを選択するのに用い、表示属性コマンドならば、これをピクセルプロセッサコマンドとして取り込み処理すればよい。

【0098】本発明の図形表示装置の第二の実施例の全体ブロック図を図3に示す。第一の実施例との違う点は、コマンド分配手段2とピクセルプロセッサ4のパラメータ入力制御部42にある。コマンド分配手段2に、新たに、タイプ(3)の表示属性コマンド用の入力ポート、すなわち、表示属性コマンド用ポート281と、同コマンドを取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233として送出する表示属性コマンド分配部28を設ける。

【0099】タイプ(3)の表示属性コマンドについて、メインプロセッサ1は図18のフローチャート14に示した処理を行う。すなわち、ステップ14aではこの表示属性コマンドが生成される。ステップ14bでは、表示属性コマンド用ポート281に生成したコマンドの一語分を送出する。ステップ14cにて該コマンドの全てを送出したかを判定し、終了していなければ、ステップ14bの処理にに戻り、処理を繰り返す。

【0100】このよう処理することにより、このタイプ(3)の表示属性コマンドそれ自身は取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233として、ピクセルプロセッサ4に送られることになる。

【0101】一方、ピクセルプロセッサ4では、図25に示したパラメータ入力制御部42にて、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233から、本来の信号とタイプ(3)の表示属性コマンドを分離して、それぞれの用途に応じて用いる。パラメータ入力制御部42は、ジオメトリプロセッサ3a~3cからのピクセルプロセッサコマンドを選択するセクタ421、ピクセルプロセッサコマンドの切れ目を判定するコマンド終了解釈部422、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233を順次記憶するFIFO427および本来の前記選択信号か、表示属性コマンドかを判定し、前記選択信号ならばセクタ421に取り込み先のジオメトリプロセッサ3a~3cの一つを指示する信号を出し、タイプ(3)の表示属性コマンドならば、これをコマンド終了解釈部422に送るジオメトリプロセッサ選択制御部428から成る。コマンド終了解釈部422は、画素発生部43にピクセルプロセッサコマンドのデータを送りながら、1つのピクセルプロセッサコマンドが終了したかを判定し、終了したら、ジオメトリプロセッサ選択制御部428に対して、FIFO427から次の取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233を取り込み処理することを指示する。

【0102】上記の説明から、第二の実施例においても、表示属性の乱れや表示の順序の乱れなく、しかも並列処理により高速に表示処理がなされることがわかるであろう。

【0103】次に本発明の第三の実施例としてコマンドがメインプロセッサ1から送られてきた時刻、あるいは順番を管理することにより、表示の整列化を行う方式を示す。

【0104】すなわち、コマンド分配手段2は、メインプロセッサ1から送られてきた時の時刻あるいは順番を時刻マークとして各表示コマンドに付加して、ジオメトリプロセッサ3a~3cに送る。ジオメトリプロセッサ3a~3cは、表示コマンドを処理し、結果をピクセルプロセッサコマンドとして、ピクセルプロセッサ4に送出する時も、この時刻マークを同コマンドに付加して送出する。ピクセルプロセッサ4はピクセルプロセッサコマンドに付加されてきた時刻マークを参照して、同コマンドの処理順を整列化する。

【0105】この第三の実施例の全体ブロック図を図4に示す。第一の実施例との違う点は、コマンド分配手段2とパラメータ入力制御部42にある。すなわち、タイプ(1)、タイプ(2)\_1およびタイプ(2)\_2の表示属性は同一の入力ポート、すなわち、表示属性コマンド用ポート291に向けて送出されことになる。

【0106】まず、これらの表示属性コマンドの送出に先立って、ルインプロセッサ1は表示属性コマンド開始信号293を送出する。この信号293により、表示属性コマンド分配部29は時刻マーク生成部292から時刻マークを取り込む、これにより同時に時刻マーク生成部292では時刻マークが更新される。この後、表示属性コマンドが該ポート291に送出されると、表示属性コマンド分配部29は入力表示コマンドに時刻マークを先頭に付加して、FIFO24aからFIFO24cの全FIFOに送り、該コマンドは全ジオメトリプロセッサ3a~3cで処理されることになる。

【0107】一方、図形定義コマンドおよびタイプ(3)の表示属性コマンドの場合、メインプロセッサ1は、同コマンドを送出するに先だって、図形定義コマンド開始信号231を送出する。この信号により、図形定義コマンド分配制御部23は、第一の実施例を同様に、最も負荷の軽いとみなされるジオメトリプロセッサ3a~3cの一つを選択し、該当するFIFOの空きの有無を、図形定義コマンド用FIFO満杯信号232として送出する。この他、同制御部23は、時刻マーク生成部292から時刻マークを取り込む。これにより同時に時刻マーク生成部292では時刻マークが更新される。この後、該表示コマンドが図形定義コマンド用ポート27へ送出されてくると、同制御部23は、該表示コマンドに先に取り込んだ時刻マークを先頭に付加し、選択したFIFOに送る。このようにして、選択されたジオメトリプロセッサに該コマンドと時刻マークが渡されることになる。ピクセルプロセッサ4でのピクセルプロセッサコマンド処理の整列化処理について説明する。ジオメトリプロセッサにて表示コマンドが処理されると、図27に示

したとおり、ピクセルプロセッサコマンドの先頭に時刻マーク（整数値）付加されてピクセルプロセッサ4に送られてくる。ピクセルプロセッサ4内のパラメータ入力部42は、各ジオメトリプロセッサ3a~3cから出力され、FIFO41aからFIFO41cに記憶されているピクセルプロセッサコマンドの先頭に付加されている時刻マークを取り込み、これら3つの時刻マークのうちで、最も若い、すなわち最も小さな値のピクセルプロセッサコマンドを取り込む。

【0108】この処理を実行するパラメータ入力制御部42のブロック図を図26に示す。424aから424cは時刻マークレジスタで各々のジオメトリプロセッサのFIFO41a~41cからの出力の時刻マークを保持する。コマンド終了解釈部422の指示、すなわち、時刻マーク比較指示信号429に従って、比較器425は、FIFO41aからFIFO41cから、これら時刻マークレジスタ424a~424cに時刻マークを取り込むよう指示信号431a~431cを出す。時刻マークが取り込まれると、比較器425は各時刻マークレジスタ424a~424c上の時刻マークを比較し、値が最小の時刻マークのFIFO41a~41cの一つを選択し、ジオメトリプロセッサ選択信号430として、セクタ421に送る。この信号により、セクタ421はピクセルプロセッサコマンドを取り込む先のジオメトリプロセッサ3a~3cの一つを選択する。コマンド終了解釈部422は、ピクセルプロセッサコマンドのデータを画像生成部43に送りながら、一つのピクセルプロセッサコマンドが終了したかを監視し、もし、転送終了したならば、FIFOからのコマンドデータ取り込みを中止し、時刻マーク比較指示信号429を比較器425に対して送出する。比較器425は今までピクセルプロセッサコマンドを取り込んでいたジオメトリプロセッサの時刻マークレジスタに時刻マークの取り込みを指示する。この取り込み処理が完了したところで、先に述べたように比較器425は時刻マークレジスタの中の最小のジオメトリプロセッサを選択し、これにより、次の取り込み先のジオメトリプロセッサを決定し、ジオメトリプロセッサ選択信号430としてセクタ421に送る。

【0109】このようにして、本実施例において時刻マークが小さい順にピクセルプロセッサコマンドを処理して行くことが出来る。

【0110】本実施例で、図5に示した表示コマンド列を表示する場合のコマンド分配手段2の出力を図20に示す。各ジオメトリプロセッサ3a~3cへの表示コマンドの割当て方は第一の実施例と同一であり、図20に示した時刻マーク、すなわち、表示コマンドの発行順に、1から19までの値が付加されて、ジオメトリプロセッサ3a~3cに送られる。ジオメトリプロセッサで処理され、ピクセルプロセッサコマンドとして出力され

たものを、図22に示す。なお、以下の説明では、先の実施例同様ジオメトリプロセッサ3a~3cをジオメトリプロセッサ1、2、3'とする。

【0111】すなわち、ジオメトリプロセッサ1からは、p.カラーテーブルコマンド(1)、p.クリップエリアコマンド(3)、p.ノーオペレーションコマンド(10)、p.インテリアスタイルコマンド(14)、p.ラインウイドスコマンド(18)が出力される。ジオメトリプロセッサ2からは、p.クリップエリアコマンド(3)、p.ラインウイドスコマンド(7)、p.ポリラインコマンド(12)、p.インテリアスタイルコマンド(14)、p.ポリラインコマンド(19)、が出力される。ジオメトリプロセッサ3からは、p.クリップエリアコマンド(3)、p.ポリラインコマンド(8)、p.インテリアスタイルコマンド(14)、p.ポリゴン(15)コマンドが出力される。なお、括弧内は時刻マークの値を示す。

【0112】ピクセルプロセッサ4は、これらのピクセルプロセッサコマンドを時刻マークの値の小さいものから処理するので、図22に示すように処理される。このように、表示コマンドの中で、ピクセルプロセッサコマンドとして出力されないものがあり、ある時刻マークは出力されないが、時刻マークの値により正しい順序で表示を行うことができる。また、ジオメトリプロセッサ3a~3cの処理で必要とされる表示属性コマンドは全部のジオメトリプロセッサ3a~3cで処理されるので、表示属性に乱れを生じることはなく、コマンド分配手段2に対して、表示コマンドをその種別に応じた手順で送出するだけの処理で、上記制御が可能となる。

【0113】図28に本発明を密結合型マルチプロセッサ構成で実現した第四の実施例を示す。このシステムはシステムバス100により、メインプロセッサ1、グラフィック制御プロセッサ10、主メモリ101、ジオメトリプロセッサ30a、ジオメトリプロセッサ30b、ジオメトリプロセッサ30c、ピクセルプロセッサ4が接続される。ジオメトリプロセッサ30a~30cはそれぞれキャッシュ301a、301b、301c、マイクロプロセッサ302a、302b、302cとて構成される。

【0114】主メモリ上101には、各ジオメトリプロセッサ30a~30cのプログラム、すなわち、先の実施例で説明した図形処理を行うプログラム102、表示コマンドを格納する表示コマンドエリア103、各ジオメトリプロセッサ毎にFIFOエリア240aからFIFO240c及び表示属性を保持する属性記憶エリア310aから属性記憶エリア310cが設けられている。なお、FIFOエリア240aからFIFOエリア240cはソフトウェアにてFIFOを実現したものである。

【0115】メインプロセッサ1は、表示コマンドを生

25

成し、表示コマンドエリア103に蓄える。グラフィック制御プロセッサ10は、表示コマンドエリア103上の表示コマンドをジオメトリプロセッサ30a~30cへの連絡エリアである主メモリ101上のFIFOエリア240aからFIFOエリア240cに先に述べた規則にて、全部のジオメトリプロセッサ30a~30cに送るものは全FIFOエリア240a~240cに、負荷の軽いもの送るものは該当するジオメトリプロセッサ用のFIFOエリアに設定する。同時に、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233をシステムバス100を介してピクセルプロセッサ4に送る。

【0116】ジオメトリプロセッサ30aからジオメトリプロセッサ30cは、自FIFOエリア240a~240cから表示コマンドを取り込み、自分の属性記憶エリアを用いて、図形処理を行い、ピクセルプロセッサ4に送る。ピクセルプロセッサ4は第一の実施例と同様にして、画像をフレームメモリ5上に生成し、モニタ6に表示する。

【0117】このようにして、密結合型のマルチプロセッサにても第一の実施例の様に、表示コマンドを複数のプロセッサで並列に処理し、しかも、表示属性や表示順の乱れを生じないようにすることができる。

【0118】なお、本実施例における密結合型のマルチプロセッサの場合、メインプロセッサ1、コマンド分配機能を有するグラフィック制御プロセッサ10、ジオメトリプロセッサ30a~30cは物理的に固定されたものとする必要はなく、処理の主体であるプロセスあるいはタスクが、すなわち、これまで述べてきたメインプロセッサ1が実行するとしていた処理を実行するメインプロセッサプロセス、グラフィック制御プロセッサ10が実行していた処理を実行する制御プロセス、ジオメトリプロセッサ30a~30cが実行する図形処理を行うジオメトリプロセッサの三種類のプロセスが密結合マルチプロセッサを構成する複数のプロセッサに割当てられて動作しても良い。

【0119】なお、プロセスあるいはタスクに関しては、オペレーティングシステムの教科書を参照されたい。例えば、高橋他著、“オペレーティング・システムの機能と構成”、第5章プロセスの概念と制御、(1983年岩波書店刊)参照されたい。

【0120】この第四の実施例で、グラフィック制御プロセッサ10の代わりに、第一の実施例のハードウェア構成のコマンド分配手段2をシステムバス100に接続し、コマンド分配手段2のFIFO24aからFIFO24cから表示コマンドを取り込んでも良い。この場合、メインプロセッサ1は第一の実施例の場合のように、表示コマンドの種別に応じて、コマンド分配手段2の該当ポートに表示コマンドを送ることとなる。

【0121】今までの議論では、図形を、該当する図形定義コマンドがメインプロセッサ1から送られてきた順

26

で表示することを前提にしていたが、必ずしも、表示順が問題にならない場合もある。この場合、ピクセルプロセッサ4でピクセルプロセッサコマンドの整列化を行う必要もなく、また、コマンド分配手段2は分配処理のみを行い、整列化のための処理を行う必要がない。

【0122】図29にこの方法による本発明の図形表示装置の第五の実施例の全体ブロック図を示す。この図の構成は、図14と、次の点を除いて、同一である。すなわち、ピクセルプロセッサ4への取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233がなく、同信号が、パラメータ入力制御部42に、入力されない。これは本実施例においては、ピクセルプロセッサコマンドの整列化が必要ないためである。また、タイプ(2)\_1、(2)\_2、(3)の表示属性コマンドにて指定され、ピクセルプロセッサコマンドとして、送られてきた表示属性情報、例えば、線幅、線種、線色、内部様式などを、ピクセルプロセッサ4にて記憶する属性レジスタファイル44a~44cをジオメトリプロセッサ毎に設けている点である。この属性レジスタファイル44a~44cは、各ジオメトリプロセッサ30a~30cに属性記憶エリア310a、310b、310cを設け、表示属性値を保持した同様に、ピクセルプロセッサ4においても、各ジオメトリプロセッサ30a~30c毎に表示属性状態を保持し、属性の乱れを防止するためである。

【0123】コマンド分配手段2のグラフィック制御プロセッサ10は、本実施例においては表示属性コマンドは全てのタイプのものを、全部のジオメトリプロセッサ3a~3cに送り、図形定義コマンドは、負荷の軽いとみなされるジオメトリプロセッサに送り、処理させる。ジオメトリプロセッサ3a~3cにおいて、表示属性コマンドの処理や、前述した図形処理を行う。これらの結果はピクセルプロセッサコマンドとして、ピクセルプロセッサ4に送られる。

【0124】ピクセルプロセッサ4で整列処理を行う必要がなく、ピクセルプロセッサ4は、各ジオメトリプロセッサ30a~30cからFIFO41a~41c經由して、ピクセルプロセッサコマンドを取り込めば良い。この時、FIFO41a~41cの何れかに偏って、ピクセルプロセッサコマンドが滞らないように、均等に取り込めば良い。この時、取り込んだ先のジオメトリプロセッサ3a~3cに該当する属性レジスタファイル44a~44cを用いるようにすれば良い。

【0125】第五の実施例においても、グラフィック制御プロセッサ10の代わりに、第一の実施例に述べた様な、コマンド分配手段2を用いても良い。勿論、表示属性コマンドは一律に、全ジオメトリプロセッサに送れば良く、また、取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号233を生成する必要もない。

【0126】

【発明の効果】以上詳述してきた本発明によれば、表示

コマンドを表示コマンド種別に応じて所定に手続きにより、複数のプロセッサで構成された図形処理手段に送ることにより、特別の処理を行わなくとも、表示属性の乱れや表示順序の乱れを生じず、並列処理にて高速な表示が可能となる。また、これを簡単な構成のコマンド分配手段や画像生成手段というハードウェアで実現可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

- 【図1】本発明の基本的な構成を示すブロック図。  
 【図2】本発明の第一の実施例の全体ブロック図。  
 【図3】本発明の第二の実施例の全体ブロック図。  
 【図4】本発明の第三の実施例の全体ブロック図。  
 【図5】表示コマンド列の一例を示す図。  
 【図6】線分定義コマンドの形式を示す図。  
 【図7】多角形定義コマンドの形式を示す図。  
 【図8】表示属性コマンドの形式を示す図。  
 【図9】多角形定義コマンドの処理手順を示す図。  
 【図10】属性状態の遷移を示す図。  
 【図11】線分表示ピクセルプロセッサコマンド形式を示す図。  
 【図12】多角形表示ピクセルプロセッサコマンド形式を示す図。  
 【図13】カラーテーブル設定ピクセルプロセッサコマンド形式を示す図。  
 【図14】無効ピクセルプロセッサコマンド形式を示す図。  
 【図15】タイプ(1)および(2)表示属性コマンド送出処理手順を示す図。  
 【図16】タイプ(2)表示属性コマンド送出処理手順を示す図。  
 【図17】タイプ(3)表示属性コマンド送出処理手順1を示す図。  
 【図18】タイプ(3)表示属性コマンド送出処理手順2を示す図。  
 【図19】図形定義コマンド送出手順を示す図。  
 【図20】コマンド分配手段からの出力例を示す図。  
 【図21】出力ピクセルプロセッサコマンドおよびその整列化1を示す図。

【図22】出力ピクセルプロセッサコマンドおよびその整列化2を示す図。

【図23】コマンド分配手段の実現例を示す図。

【図24】パラメータ入力制御部構成例1を示す図。

【図25】パラメータ入力制御部構成例2を示す図。

【図26】パラメータ入力制御部構成例3を示す図。

【図27】時刻マーク付ピクセルプロセッサコマンドの形式を示す図。

【図28】本発明の第四の実施例の全体ブロック図。

10 【図29】本発明の第五の実施例の全体ブロック図。

#### 【符号の説明】

- 1…メインプロセッサ、  
 2…コマンド分配手段、  
 3a, 3b, 3c…ジオメトリプロセッサ、  
 4…ピクセルプロセッサ、  
 42…パラメータ入力制御部、  
 43…画素生成部、  
 5…フレームメモリ、  
 51…カラーテーブル、  
 6…モニタ、  
 20…表示属性コマンド分配部1、  
 21…表示属性コマンド分配部2、  
 22…ORゲート、  
 23…図形定義コマンド分配制御部、  
 24a, 24b, 24c…FIFO、  
 25…表示属性コマンド用ポート1、  
 26…表示属性コマンド用ポート2、  
 281…表示属性コマンド用ポート3、  
 291…表示属性コマンド用ポート4、  
 30 27…図形定義コマンド用ポート、  
 28…表示属性コマンド分配部3、  
 29…表示属性コマンド分配部4、  
 29…時刻マーク生成部、  
 211…表示属性コマンド2開始信号、  
 221…表示属性コマンド用FIFO満杯信号、  
 231…図形定義コマンド開始信号、  
 232…図形定義コマンド用FIFO満杯信号、  
 233…取り込み先ジオメトリプロセッサ選択信号。

【図8】

【図13】

表示属性コマンドの形式(図8)

OPコード
属性値

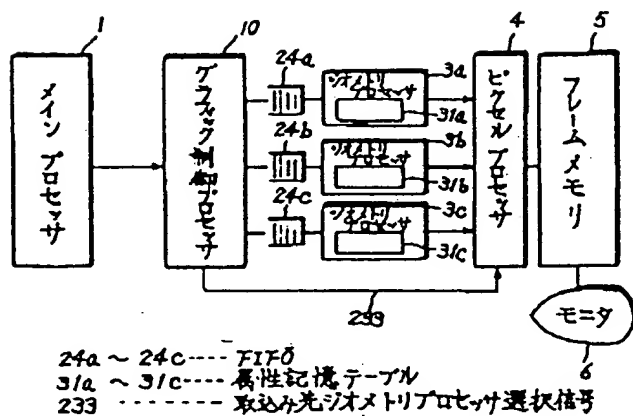
カラーテーブル設定ピクセルプロセッサコマンド形式(図13)

OPコード
コマンド値
カラーテーブル番号
値
値
値
値
カラーテーブル番号
値



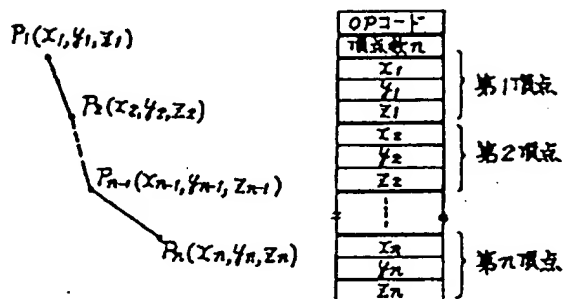
【図1】

基本構成を示すブロック図 (図1)



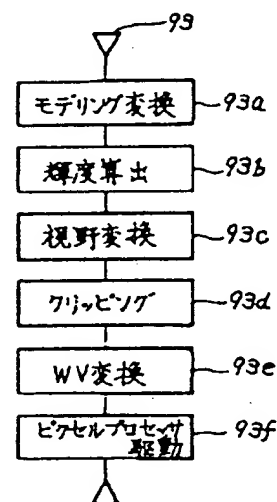
【図6】

線分列定義コマンドの形式 (図6)



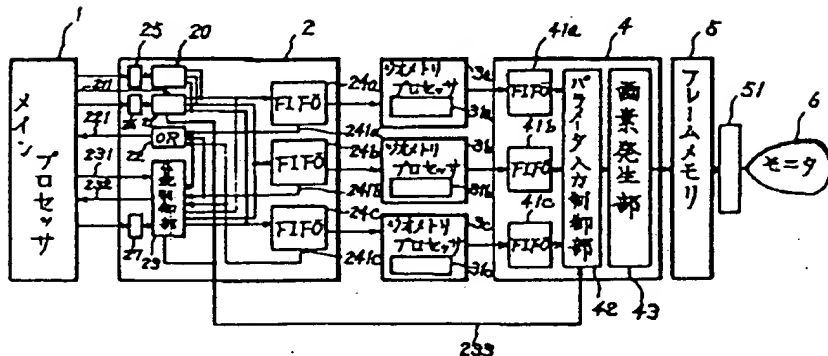
【図9】

多角形定義コマンドの処理手順 (図9)



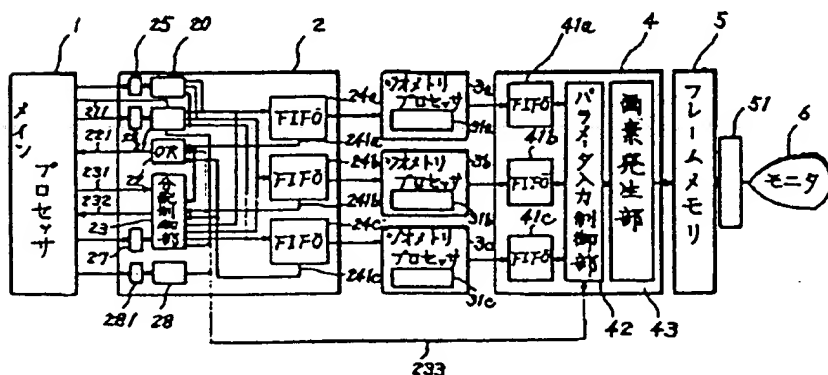
【図2】

第一の実施例の全体ブロック図 (図2)



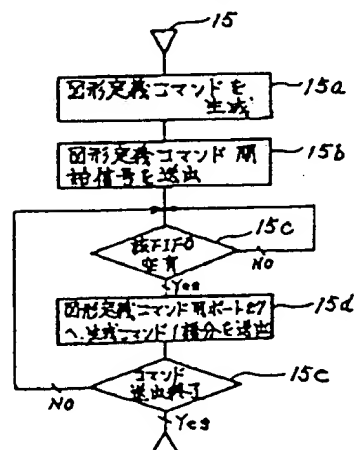
【図3】

第二の実施例の全体ブロック図 (図3)



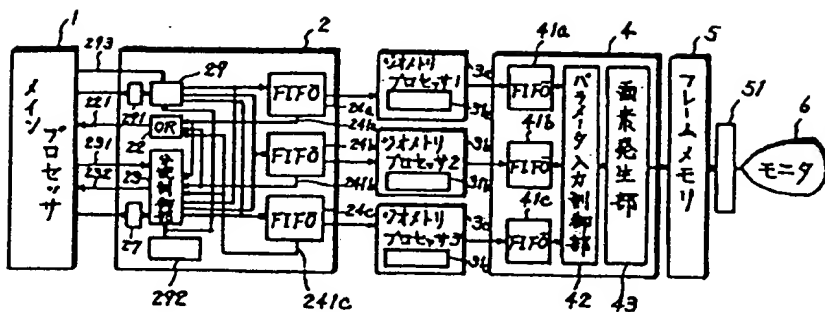
【図19】

図形定義コマンド送出手順 (図19)



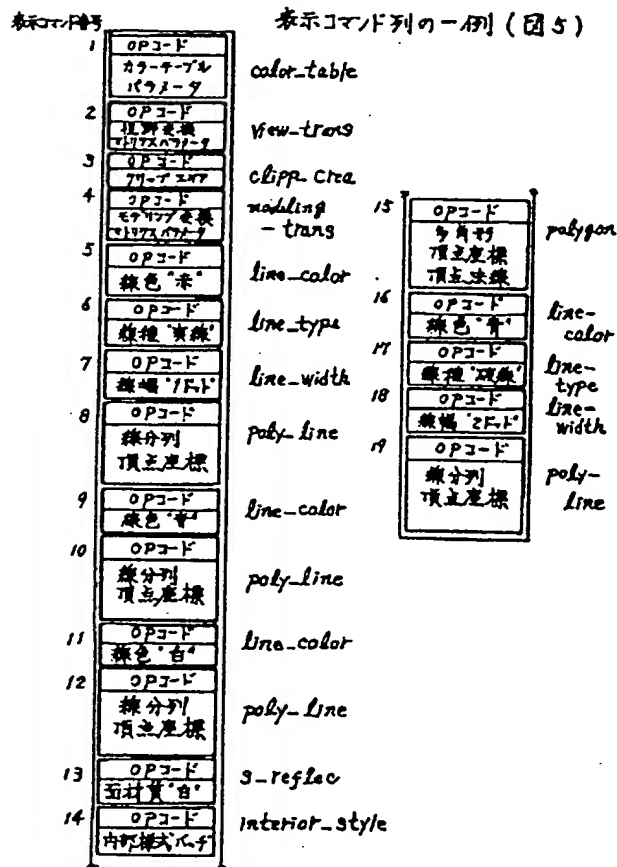
【図4】

第三の実施例の全体ブロック図 (図4)



【図5】

表示コマンド列の一例 (図5)



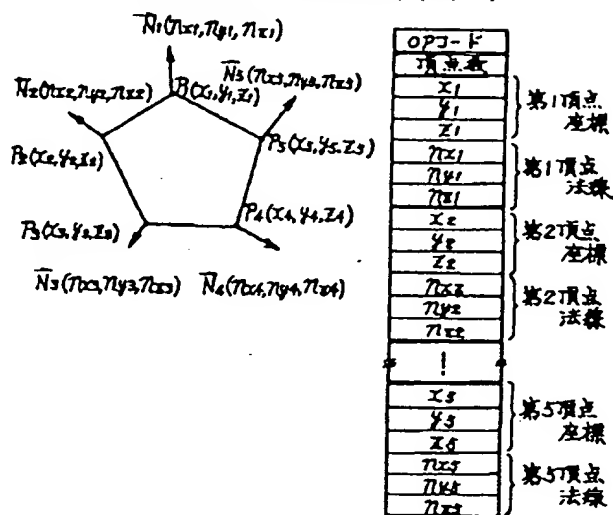
【図14】

無効ピクセルプロセッサコマンド形式 (図14)

OPコード
コマンド長

【図7】

多角形定義コマンドの形式 (図7)



【図11】

線分表示ピクセルプロセッサコマンド形式 (図11)

OPコード
コマンド長
線色
線種
線分長 n-1
第1頂点座標
第2頂点座標
!
第n頂点座標

【図10】

属性状態遷移(図10)

表示コマンド番号	表示コマンド	アスペクト	色指定	クリアエリア	マスキング	線色	線種	線幅	面材質	面輝度	コマンドタイプ
1	color-table	設定									属(3)
2	view-trans		設定								属(1)
3	clipp-area			設定							属(2)
4	model-trans				設定						属(1)
5	line-color					赤(5)					属(2)/
6	line-type						実線(6)				属(2)/
7	line-width							1.0倍			属(3)
8	poly-line							1.0倍(7)			属(2)
9	line-color					青(9)					属(2)/
10	poly-line										属(2)
11	line-color					白(11)					属(2)/
12	poly-line										属(2)
13	S-reflec								白(13)		属(2)/
14	interior-style									ハーフ(14)	属(2)/
15	polygon										属(2)
16	line-color					青(16)					属(2)/
17	line-type						実線(17)				属(2)/
18	line-width							2.0倍			属(3)
19	poly-line							1.0倍(19)			属(2)

\*1: 表示コマンドのパラメータで指定された値で決定される

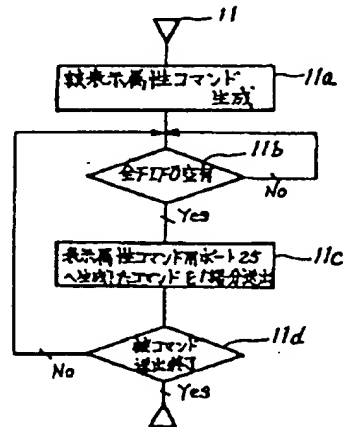
【図12】

【図15】

多角形表示ピクセルプロセッサコマンド形式(図12)

OPコード
コマンド長
頂点数n
第1頂点座標
第1頂点色
第2頂点座標
第2頂点色
...
第n頂点座標
第n頂点色

タイプ(1)および(2)表示属性コマンド送出処理手順(図15)

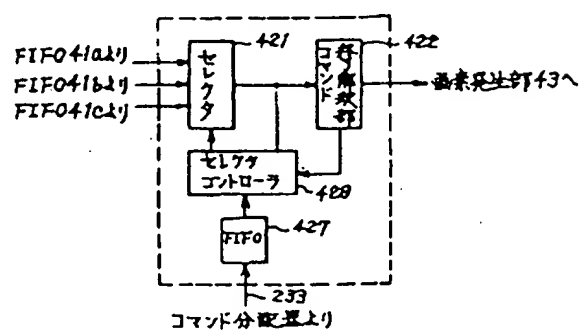
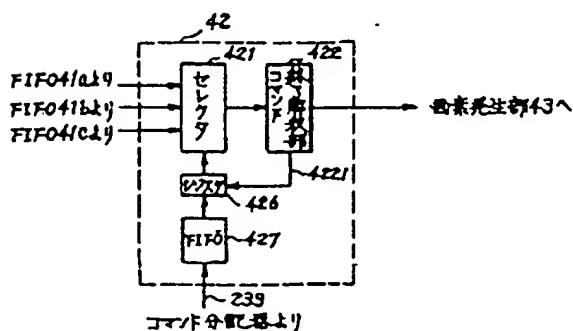


【図24】

【図25】

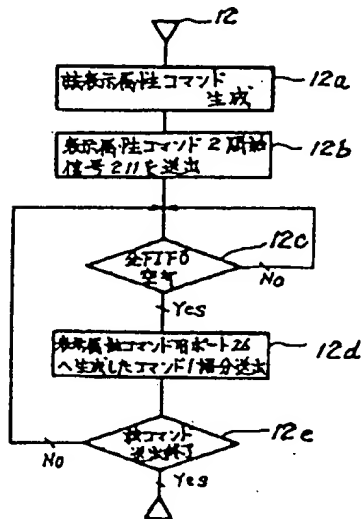
パラメータ入力制御部構成例1(図24)

パラメータ入力制御部構成例2(図25)



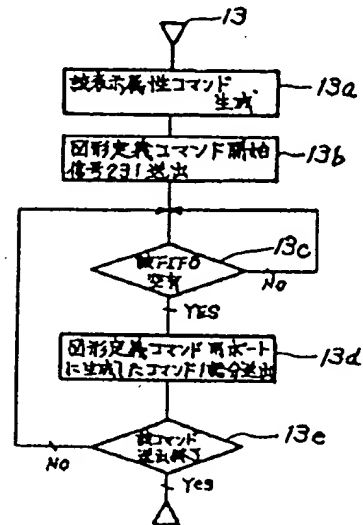
【図16】

タイプ(2)表示属性コマンド送出処理手順(図16)



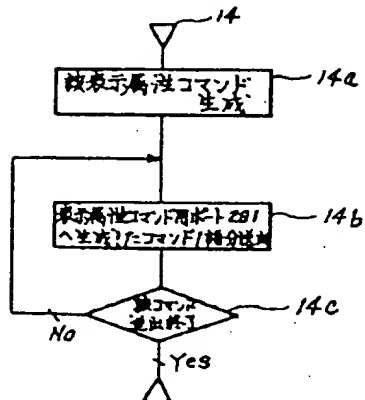
【図17】

タイプ(3)表示属性コマンド送出処理手順1(図17)



【図18】

タイプ(3)表示属性コマンド送出処理手順(図18)



【図20】

コマンド分配器からの出力例(図20)

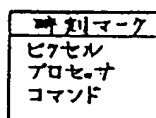
コマンド番号	命令	パラメータ1	パラメータ2	パラメータ3	時刻	表示属性コマンドのタイプ
1	C.T.	—	—	1	1	タイプ(3)
2	V.T.	V.T.	V.T.	2	—	• (1)
3	C.A.	C.A.	C.A.	3	1, 2, 3	• (2)-2
4	M.T.	M.T.	M.T.	4	—	• (1)
5	L.C.	L.C.	L.C.	5	—	• (2)-1
6	L.T.	L.T.	L.T.	6	—	• (2)-1
7	—	L.W.	—	7	2	• (3)
8	—	—	P.L.	8	3	—
9	L.C.	L.C.	L.C.	9	—	タイプ(2)-1
10	P.L.	—	—	10	1	—
11	L.C.	L.C.	L.C.	11	—	タイプ(2)-1
12	—	P.L.	—	12	2	—
13	S.T.	S.T.	S.T.	13	—	タイプ(2)-1
14	I.S.	I.S.	I.S.	14	1, 2, 3	• (2)-2
15	—	—	P.P.	15	3	—
16	L.C.	L.C.	L.C.	16	—	タイプ(2)-1
17	L.T.	L.T.	L.T.	17	—	• (2)-1
18	L.W.	—	—	18	1	• (3)
19	—	P.L.	—	19	2	—

ここで

C.T. : color-table コマンド      P.L. : poly-line コマンド  
 V.T. : View-trans コマンド      S.T. : S-reflec. コマンド  
 C.A. : clip-area コマンド      I.S. : interior style コマンド  
 M.T. : modeling-trans コマンド      P.P. : poly gon コマンド  
 L.C. : line-color コマンド  
 L.T. : line-type コマンド  
 L.W. : line-width コマンド

【図27】

時刻マーク付ピクセルプロセッサコマンド形式(図27)



【図21】

出力ピクセルプロセッサコマンドおよびその整列化1(図21)

ジオメトリプロセッサ1  
の出力

順列 実行No.	コマンド
1	P.C.Q.
2	P.C.Q.
3	P.NoP.
4	P.I.S.
5	P.L.W.

ジオメトリプロセッサ2  
の出力

順列 実行No.	コマンド
1	P.C.Q.
2	P.L.W.
3	P.P.L.
4	P.I.S.
5	P.P.L.

ジオメトリプロセッサ3  
の出力

順列 実行No.	コマンド
1	P.C.Q.
2	P.P.L.
3	P.I.S.
4	P.P.L.

取り出しジオメトリプロセッサ  
選択格号

1
1
2
3
2
3
1
2
1
2
3
3
1
2

ピクセルプロセッサによる  
コマンド整列化結果

統合 No.	コマンド	出力元
1	P.C.Q.	1
2	P.C.Q.	1
3	P.C.Q.	2
4	P.C.Q.	3
5	P.L.W.	2
6	P.P.L.	3
7	P.NoP.	1
8	P.P.L.	2
9	P.I.S.	1
10	P.I.S.	2
11	P.I.S.	3
12	P.P.L.	3
13	P.L.W.	1
14	P.P.L.	2

【図22】

出力ピクセルプロセッサコマンドおよびその整列化2(図22)

ジオメトリプロセッサ1の出力

順列 実行No.	コマンド	出力元
1	P.C.Q.	1
2	P.C.Q.	3
3	P.I.S.	14
4	P.L.W.	18

ピクセルプロセッサによる  
コマンド整列化結果

統合 No.	コマンド	出力元
1	P.C.Q.	1
2	P.C.Q.	1
3	P.C.Q.	2
4	P.C.Q.	3
5	P.L.W.	2
6	P.P.L.	3
7	P.P.L.	2
8	P.I.S.	1
9	P.I.S.	2
10	P.I.S.	3
11	P.P.L.	3
12	P.L.W.	1
13	P.P.L.	2

ジオメトリプロセッサ2の出力

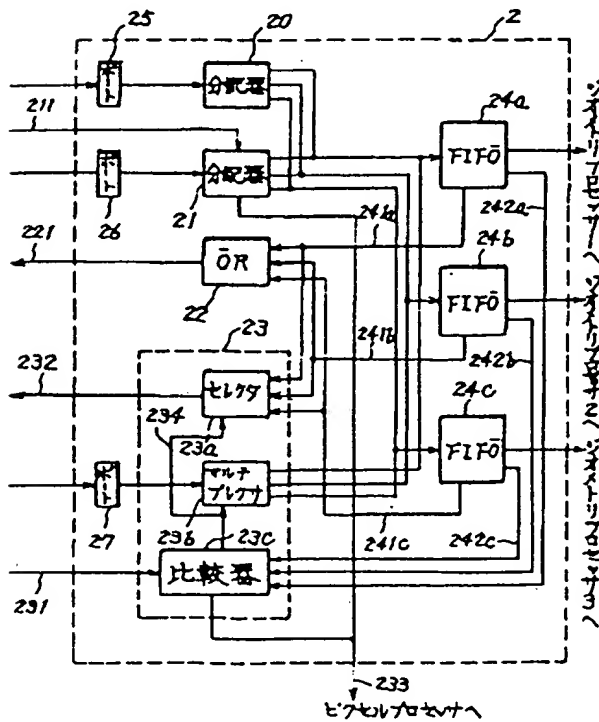
順列 実行No.	コマンド	出力元
1	P.C.Q.	3
2	P.L.W.	7
3	P.P.L.	12
4	P.I.S.	14
5	P.P.L.	19

ジオメトリプロセッサ3の出力

順列 実行No.	コマンド	出力元
1	P.C.Q.	3
2	P.P.L.	8
3	P.I.S.	14
4	P.P.L.	15

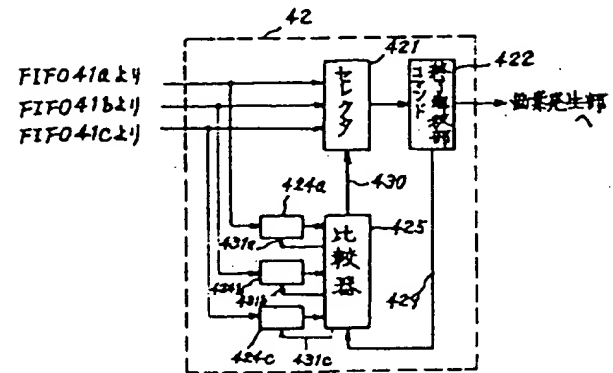
【図23】

コマンド分配器の実現例(図23)



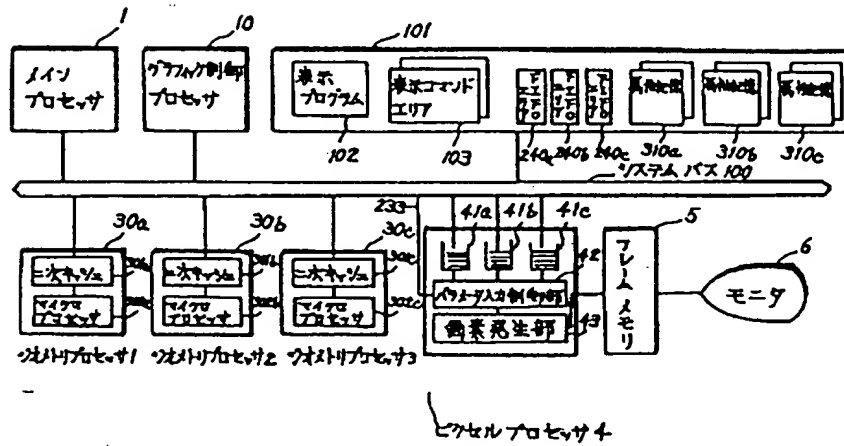
【図26】

パラメータ入力制御部構成例3(図26)



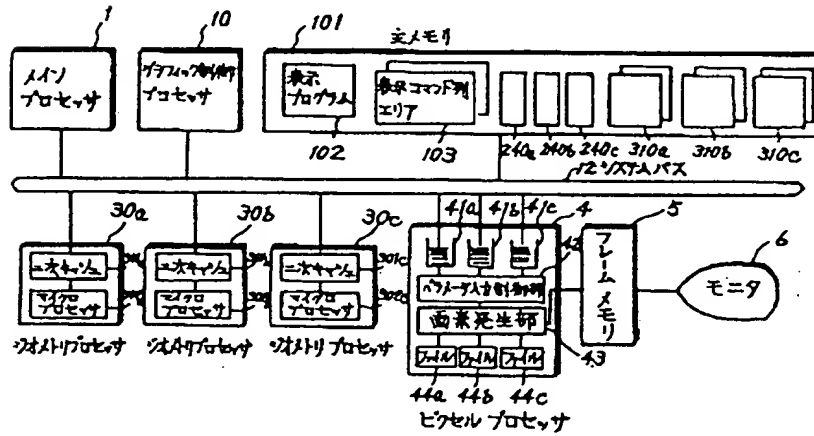
【図 28】

第四の実施例の全体ブロック図 (図 28)



【図 29】

第五の実施例の全体ブロック図 (図 29)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**